

補助事業番号 2018M-143  
補助事業名 平成30年度 火山探査のためのスーパー繊維クローラロボットの開発  
補助事業  
補助事業者名 信州大学 繊維学部 機械・ロボット学科 須藤研究室 須藤真琢

## 1 研究の概要

本研究では、最先端の繊維材料や繊維構造を応用することで、火山で高い走破性を有する移動ロボットを開発した。火山表面は、火山灰で覆われ、多くの噴石が点在する不整地である。火山活動が活発化した火山を探査するロボットには、基本性能としてこの不整地を安全に走破する能力が必要である。この能力のために、高強度・高弾性率の繊維(スーパー繊維)を材料としたクローラベルトを製作した。加えて、このベルトを搭載したスーパー繊維クローラロボットを製作し、そのロボットを用いた評価実験から、ロボットが高い走破性を有することを確認した。

## 2 研究の目的と背景

火山噴火に伴う災害(火山災害)による被害を最小限に抑えるためには、火山を監視・観測することで噴火を予測し、早急に避難計画を立案することが重要である。そのためには、火山ガスや火山灰の堆積状況など火山地表面の情報が必要であるが、その情報を取得するために、火山活動が活発化した火山に人が立入ることは危険である。そこで、人に代わって火山を調査・観測する移動ロボットが求められている。

火山は、火山灰などの細かな砂や多数の噴石が点在する不整地である。そのため、火山を調査する移動ロボットには、この不整地を走破する能力が必要である。そこで、本研究では、最先端のスーパー繊維や繊維構造を応用したスーパー繊維クローラベルトを製作し、このクローラを搭載した移動ロボットを開発する。高い走破性を有する移動ロボットの開発により、火山災害による被害を最小限に抑えられる社会の実現に貢献する。

## 3 研究内容

### (1) 火山探査のためのスーパー繊維クローラロボットの開発

([http://fiber.shinshu-u.ac.jp/sutoh\\_lab/index.html](http://fiber.shinshu-u.ac.jp/sutoh_lab/index.html))

#### ① スーパー繊維クローラの開発

スーパー繊維クローラの材料・構造の検討、試作を行い、クローラ走行試験装置を製作し、その試験装置を用いたクローラの単体試験を実施した。これにより、高い登坂性能を持つクローラを開発した。

具体的には、まずクローラベルトの材料として、アラミド繊維などの複数のスーパー繊維素材でクローラを製作した。このクローラの基本構造は、不整地路面における走破性を向上させるために、三角形状とし、中心軸に対して対称な形状である。また、クローラベルトの表面にはけん引力を増加させるために、アルミ製のグラウザ(板状の突起)を取り付けた。試作した

スーパー繊維クローラの写真を図1に示す。

続いて、繊維クローラ輪を走行させ、軟弱地盤におけるクローラの走破性を評価するための走行試験装置を開発した。この装置においてクローラは、リンク機構によって上下に動くことができ、モータの回転に伴い左右に取り付けられたリニアレールに沿って並進移動する。この走行試験装置を用いて、クローラベルトの素材や構造を変えた試験を実施し、繊維材料の材質や構造がクローラの走破性に及ぼす影響を明らかにした。

#### ②スーパー繊維クローラを搭載したロボットの開発

スーパー繊維クローラを搭載した4輪型クローラロボットを製作し、そのクローラロボットを用いた走行試験を行うことで、開発したスーパー繊維クローラロボットの評価を行った。これにより、軟弱地盤において高い走破性を有するロボットを開発した。

図2に製作した4輪型クローラロボットの概観を示す。このクローラロボットには、繊維クローラが4式搭載されており、各クローラはモータを用いて駆動される。ロボットの内部には、オンボードコントローラ、および各モータを制御するための4式のモータドライバが搭載されている。このコントローラは、無線機器と接続されており、外部操作機器(操作用PC)からの指令を受けてロボットを駆動する。

上述した4輪型クローラロボットを用いて走行実験を行い、ロボットに搭載した状態で繊維クローラの有効性を確認した。試験では、アラミド繊維製のベルトを搭載したクローラ4式をロボットに搭載し、クローラの指令速度を一定として、様々なけん引負荷でロボットを走行させた。この試験を通して、開発したクローラロボットは、斜度30度に相当するけん引負荷においても安定して走行でき、火山において高い登坂性能を有することを確認した。



図 1 開発した繊維クローラの写真



図 2 開発した4輪型クローラロボットの写真

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本事業によって、火山などの軟弱地盤において高い走破性を有する移動ロボットが完成した。今後、高い走破性を有するこのロボットの自動・自律性を向上させることによって、火山活動が活発化した火山などを人に代わって探査・調査することに貢献できると期待される。また、この

移動ロボットは、このロボット単体での火山活動対応に加えて、飛行ロボット(ドローン)などとの協調探査にも発展応用が考えられる。具体的には、ドローンは長時間稼働が困難であるため、このロボットによってドローンを運搬し、特定エリアのみをドローンで上空から調査するような探査シナリオへの応用が想定される。これにより、火山活動が活発化した際に火山災害の規模を迅速に予測し、避難計画を立案するために必要な現地情報をいち早く獲得する。

## 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

今回研究の位置づけは、報告者の宇宙ロボットに関する研究を進展させ、火山災害における課題の解決に応用したものである。過去、報告者は、月や火星の細かな砂で覆われた不整地を走行する月・惑星探査車(ローバ)に関する研究を行ってきた。この研究を通して、探査ローバのタイヤやクローラの表面形状を変えることで、ローバの走行挙動が劇的に向上するという知見を得た。この結果を踏まえ、今回の研究では、クローラベルトの材料や構造を変化させることに着目し、火山の不整地で高い走破性を有するクローラロボットの開発に取り組んだ。

また、今回研究は、報告者が信州大学繊維学部に着任後はじめて、繊維学分野の最先端研究に取り組む研究者を巻き込み、学際的に実施したものである。この研究を通して、報告者は、繊維学分野における人的ネットワークを強化するとともに、機械と繊維を融合させた新たな研究領域を切り開くことができたと捉えている。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

### (1)国内学会発表1件

須藤真琢、清水皓太郎、「移動機構のけん引負荷可変型試験装置の開発および走行特性評価」、第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2D3-07(1)-(4)、大阪、2018年12月。

## 7 補助事業に係る成果物

### (1)補助事業により作成したもの

特になし

### (2)(1)以外で当事業において作成したもの

特になし

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 信州大学 繊維学部 機械・ロボット学科 須藤研究室  
(シンシュウダイガク センイガクブ キカイ・ロボットガッカ ストウケンキュウシ  
ツ)

住 所： 〒386-8567  
長野県上田市常田3-15-1

担 当 者： 助教 須藤真琢(ストウマサタク)

担 当 部 署： 繊維学部 機械・ロボット学科(センイガクブ キカイ・ロボットガッカ)

E - m a i l: sutoh@shinshu-u.ac.jp

U R L: [http://fiber.shinshu-u.ac.jp/sutoh\\_lab/index.html](http://fiber.shinshu-u.ac.jp/sutoh_lab/index.html)